

Matthias Steffens

Institut für Polarökologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Makrobenthische Verbreitungsmuster im Laptevmeer in Beziehung zu Umweltbedingungen

Das nördlich von Sibirien gelegene Laptevmeer gilt als hocharktisches Schelfmeer. Es wird aufgrund seiner geographisch isolierten Lage im Zentrum des eurasischen Schelfs von allen arktischen Schelfmeeren am wenigsten durch atlantische und pazifische Wassermassen beeinflusst und ist extremen klimatischen Bedingungen ausgesetzt (Zenkevitch 1963). Das in weiten Teilen sehr flache Schelfmeer zeichnet sich durch eine lang andauernde Eisbedeckung sowie durch extreme Salzgehalts-Schwankungen aus. Die hydrographischen Verhältnisse werden wesentlich durch den saisonal stark gepulsten Eintrag von enormen Mengen an Süßwasser und suspendiertem Material aus den großen sibirischen Flüssen, insbesondere der Lena, geprägt (Timokhov 1994).

Obwohl im Laptevmeer umfangreiche zoogeographische Arbeiten (z.B. Gukov 1989, Sirenko & Piepenburg 1994, Sirenko et al. 1995) erfolgt sind und auch der

Einfluss einzelner abiotischer Parameter auf die benthischen Gemeinschaften untersucht wurde (z.B. Gukov 1993), ist eine umfassende Analyse der Gemeinschaften mit Blick auf die steuernden Umweltfaktoren bislang nicht erfolgt. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die faunistischen Verbreitungsmuster des östlichen Laptevmeeres zu beschreiben, mit Hilfe multivariater Methoden Benthosgemeinschaften abzugrenzen sowie die wesentlichen Umweltfaktoren zu identifizieren, welche die räumliche Verteilung dieser Benthosgemeinschaften bedingen. Neben der Wassertiefe und den bodennahen Wassertemperaturen und -salinitäten (Abb. 1) wurden die mittlere jährliche Eisbedeckung sowie die Anteile der Korngrößenfraktionen Sand, Silt und Ton im Oberflächensediment (Abb. 2) berücksichtigt. Es sollten diejenigen Umweltparameter identifiziert werden, die einen wesentlichen Einfluss auf die Zusammensetzung des Makrobenthos im flachen Schelf des östlichen Laptevmeeres ausüben.

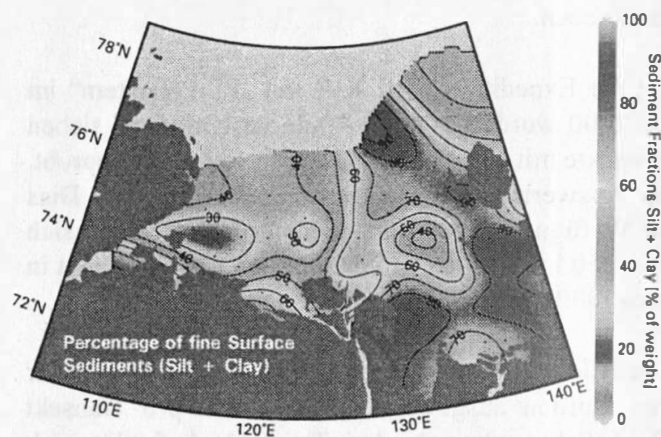


Abb. 2. Prozentualer Anteil an „Feinsedimenten“ (Summe der Korngrößenfraktionen Silt und Ton [Gewichts-%]) im Oberflächensediment des Laptevmeeres während der Transdrift I-Expedition, Aug.–Sept. 1993 (Lindemann 1994).

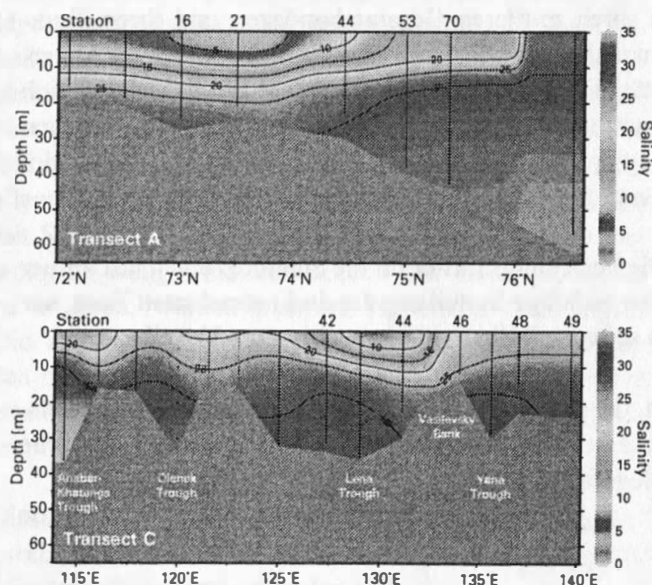


Abb. 1. Vertikale Salinitätsverteilung im flachen Laptevmeer entlang zweier Transekte der Transdrift I-Expedition, Aug.–Sept. 1993 (Karpilov et al. 1994). a) Transekt A, bei etwa 130° O in latitudinaler Richtung verlaufend. b) Transekt C, bei etwa 74,5° N in longitudinaler Richtung verlaufend.

Zur Klärung dieser Fragestellung wurden während der Transdrift I-Expedition (Kassens & Karpilov 1994) vom 08. August bis 14. September 1993 im Rahmen der russisch-deutschen „Arctic '93“-Expedition auf dem Schiff „Ivan Kireev“ Dredgen-Proben (Maschenweite: 5 mm, Schleppfläche: 300 m²) genommen. Die gefundenen Organismen wurden für elf Stationen aus dem flachen Schelf (10–45 m Tiefe) des östlichen Laptevmeeres (127°–140° O, 73°–76° N) bis auf das kleinstmögliche taxonomische Niveau bestimmt. Hierbei konnten 265 Arten mit insgesamt 58683 Individuen gezählt werden. Die artenreichsten Großtaxa stellten die Gruppen der Crustacea (94 Arten), Polychaeta (67 Arten) und Mollusca (43 Arten) dar. Desweiteren wurden Arten der Bryozoa (31 Arten), Echinodermata (14 Arten), Cni-

caria (7 Arten), Sipunculida (4 Arten), Pycnogonida (3 Arten) und Tunicata (1 Art) gefunden.

Zur Klassifikation der untersuchten Stationen in Stationsgruppen mit ähnlichen Artenzusammensetzungen („Cluster“) wurde eine Gemeinschaftsanalyse auf Gattungsniveau durchgeführt. Hierbei konnten drei faunistische Gemeinschaften unterschieden werden (Abb. 3), wobei sich eine deutliche Tiefenzonierung ergab: Die beiden flachsten Stationen des Untersuchungsgebietes (< 20 m Tiefe) bildeten die Gemeinschaft „SHALLOW“, während sich die Gemeinschaft „MEDIUM

Ophiocten sericeum und *Ophiura sarsi* dominierten (Abb. 5d).

Die gefundene Tiefenzonierung der Gemeinschaften wird vermutlich durch mit der Tiefe korrelierte Umweltfaktoren bedingt. So ist zu vermuten, dass die Faunengemeinschaft im flachen Bereich – gekennzeichnet durch eine hohe Abundanz beweglicher Crustaceen sowie durch geringe Artenzahlen und Diversitäten – insbesondere durch physikalische Störungen verursacht wird. Besonders im küstennahen Bereich des Laptevmeeres bewirkt die sommerliche Eisschmelze und

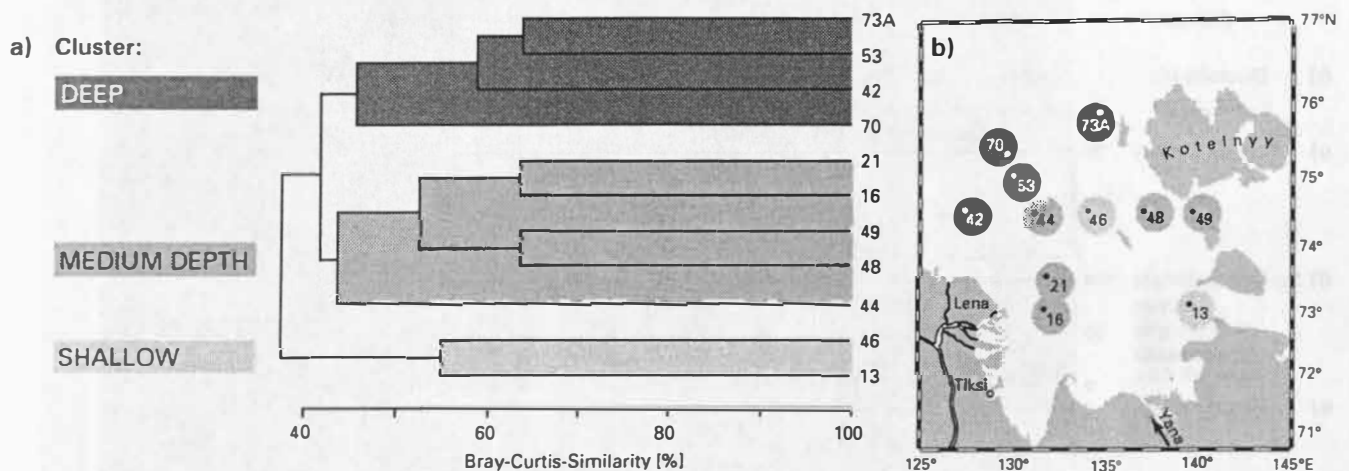


Abb. 3. Faunistische Stations-Similarität der elf Stationen des Untersuchungsgebietes basierend auf den relativen Abundanzen der Gattungen. a) Dendrogramm; b) Position der Stationsgruppen im Untersuchungsgebiet.

DEPTH“ aus fünf Stationen mittlerer Tiefe (20–30 m Tiefe) zusammensetzte. Die tiefen Stationen des Untersuchungsgebietes (30–45 m Tiefe) konnten zu einer Gemeinschaft „DEEP“ zusammengefasst werden.

Die beobachtete Tiefenzonierung der Bodengemeinschaften spiegelt sich in der Verteilung der Abundanzen als auch in der faunistischen Zusammensetzung der Gemeinschaften wieder. Auf Großtaxa-Niveau dominierten auf den Stationen der Gemeinschaft „SHALLOW“ insbesondere Crustaceen, wohingegen auf den mittleren und tiefen Stationen (Gemeinschaften „MEDIUM DEPTH“ und „DEEP“) überwiegend Mollusken vorherrschten (Abb. 4a). Bei Betrachtung auf Art-Niveau dominierten auf den flachen Stationen (Gemeinschaft „SHALLOW“) innerhalb der Crustaceen Amphipoden, die Mysidacee *Mysis oculata* sowie der Isopode *Saduria entomon* (Abb. 5a). Die Stationen der Gemeinschaft „MEDIUM DEPTH“ waren häufig durch eine deutliche Dominanz der Muschel *Portlandia arctica* gekennzeichnet (Abb. 5c), während in der Gemeinschaft „DEEP“ neben *Portlandia arctica* die Muschel *Nuculoma bellotii* sowie die Schlangensterne

insbesondere der Süßwasser-Eintrag durch große Flüsse wie Lena und Yana eine starke Herabsetzung der Salinität (vgl. Abb. 1) sowie eine Erhöhung der Wassertemperaturen (Timokhov 1994). Die in der Stationsgruppe „SHALLOW“ vorgefundenen hohen Individuenvorkommen der typischen Brackwasser-Arten *Mysis oculata* und *Saduria entomon* (Percy 1983, Gukov 1993) sind dabei ein Indiz für die im Vergleich zum marinen Milieu herabgesetzten Salinitäten dieses Lebensraumes (Petryashov et al. 1999).

Die Möglichkeit einer direkten Eiseinwirkung auf die Bodengemeinschaften der flachen Schelfbereiche stellt einen weiteren potentiellen Störfaktor dar. Neben am Grund festhaftendem Ankereis kann insbesondere das Schrammen des Untergrundes durch Eisschollen deutliche Auswirkungen auf die Bodengemeinschaften haben (z.B. Gutt et al. 1996, Conlan et al. 1998). Eine Dominanz von Amphipoden in den flachen Schelfgebieten der Arktis wurde ebenfalls in anderen Untersuchungen beobachtet (Dayton 1990, Carey 1991) und kann als Indiz für die Existenz von starken physikalischen Störungen gewertet werden (Feder et al. 1994). Aufgrund

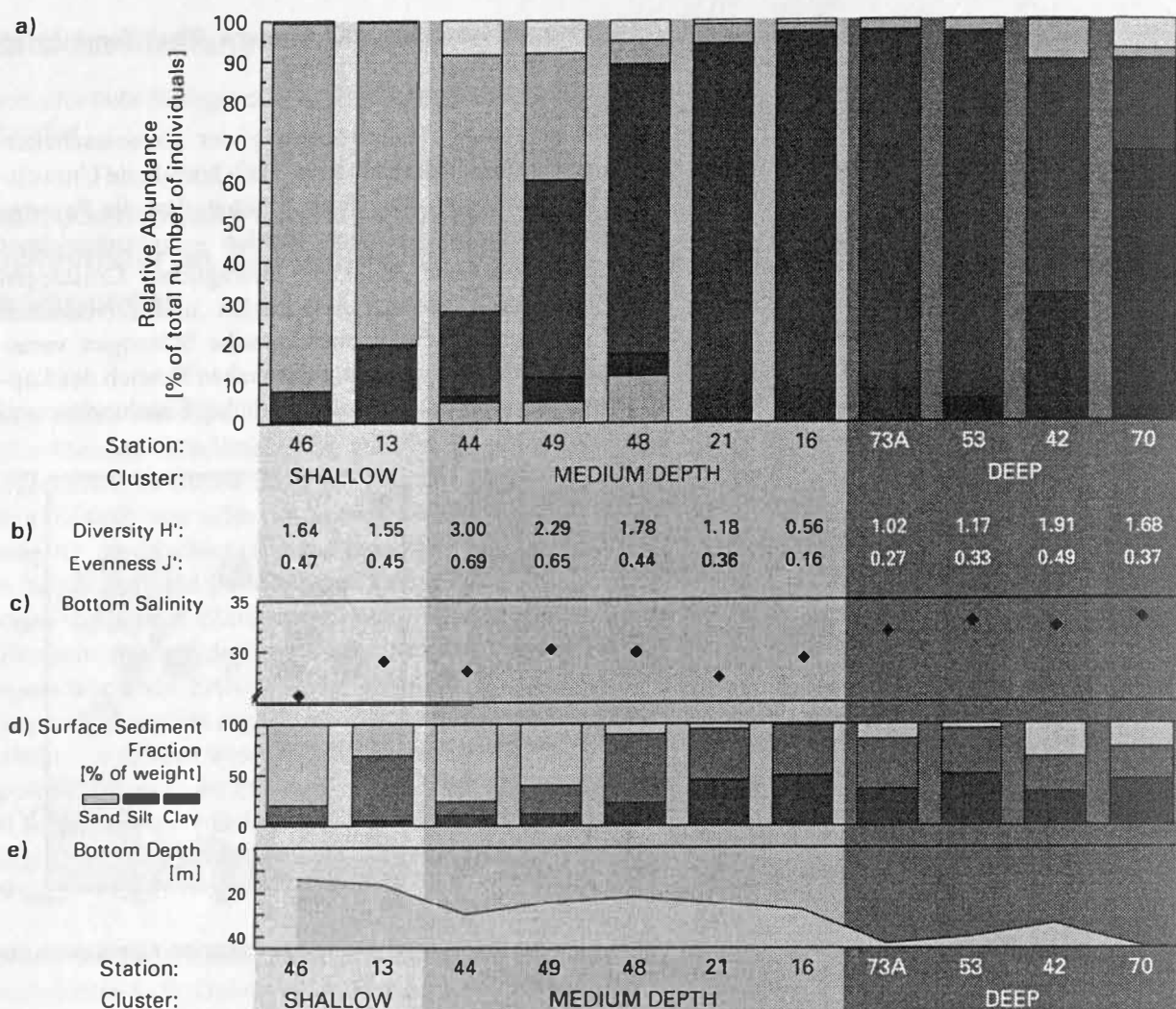


Abb. 4. Verteilung der relativen Großtaxa-Abundanzen (a) und Diversitätsindices (b) entlang der Stationen des Untersuchungsgebietes in Gegenüberstellung zu abiotischen Stationsparametern: c) Salinität über Grund; d) Anteile der Korngrößenfraktionen Sand, Silt und Ton [Gewichts-%] im Oberflächensediment; e) Wassertiefe [m]. Legende zu den Großtaxa siehe Abb. 5. Unter „Others“ sind die Großtaxa Cnidaria, Nematoda, Sipunculida, Pycnogonida, Bryozoa und Tunicata zusammengefasst. Die Stationen sind nach ihrer Zugehörigkeit zu den biotischen Clustern „SHALLOW“, „MEDIUM DEPTH“ und „DEEP“ geordnet.

der stark schwankenden Umweltbedingungen und dem hohen Grad physikalischer Störungen werden flache Schelfbereiche insbesondere von beweglichen Tieren und Opportunisten besiedelt (z.B. Feder et al. 1994, Starmans et al. 1999), während das Vorkommen von sessilen Formen in diesem Lebensraum erheblich eingeschränkt ist (Nonato et al. 2000).

Im mittleren und tiefen Schelfbereich prägen insbesondere die Sedimentstruktur sowie die vorherrschenden hydrographischen Bedingungen die faunistische Zusammensetzung der Gemeinschaften. Stationen, die im Bereich fluvialer, d.h. warmer, salzarmer und sedimentreicher Wassermassen lagen, zeigten hohe Feinsedimentgehalte im Oberflächensediment und zeichneten sich durch eine deutliche Zunahme des Mollusken-Anteils an der Stations-Gesamtabundanz aus.

Einherrgehend mit diesem Trend lässt sich bei zunehmendem Feinsedimentgehalt eine Abnahme der Crustaceen-Abundanz auf den Stationen mittlerer Tiefe bzw. der Echinodermen-Abundanz auf den tieferen Stationen beobachten (vgl. Abb. 4a+d). Eine ausgeprägte Dominanz detritovorer Muscheln wie *Portlandia arctica* und *Nuculoma bellotii* in feinkörnigen Schelfbereichen mittlerer Tiefe wurde auch in anderen polaren Untersuchungen beobachtet (Gukov 1989, Syvitski et al. 1989, Jørgensen et al. 1999, Petryashov et al. 1999). Es ist zu vermuten, dass in diesen Gebieten hohe Sedimentationsraten die Existenz suspensionsfressender Organismen beeinträchtigen und die Dominanz einiger weniger detritusfressender Organismen begünstigen. Diese Verhältnisse spiegeln sich ebenfalls in den niedrigen Artenzahlen und Diversitäten der durch feinkörniges Sediment geprägten Stationen wieder (Abb. 4b).

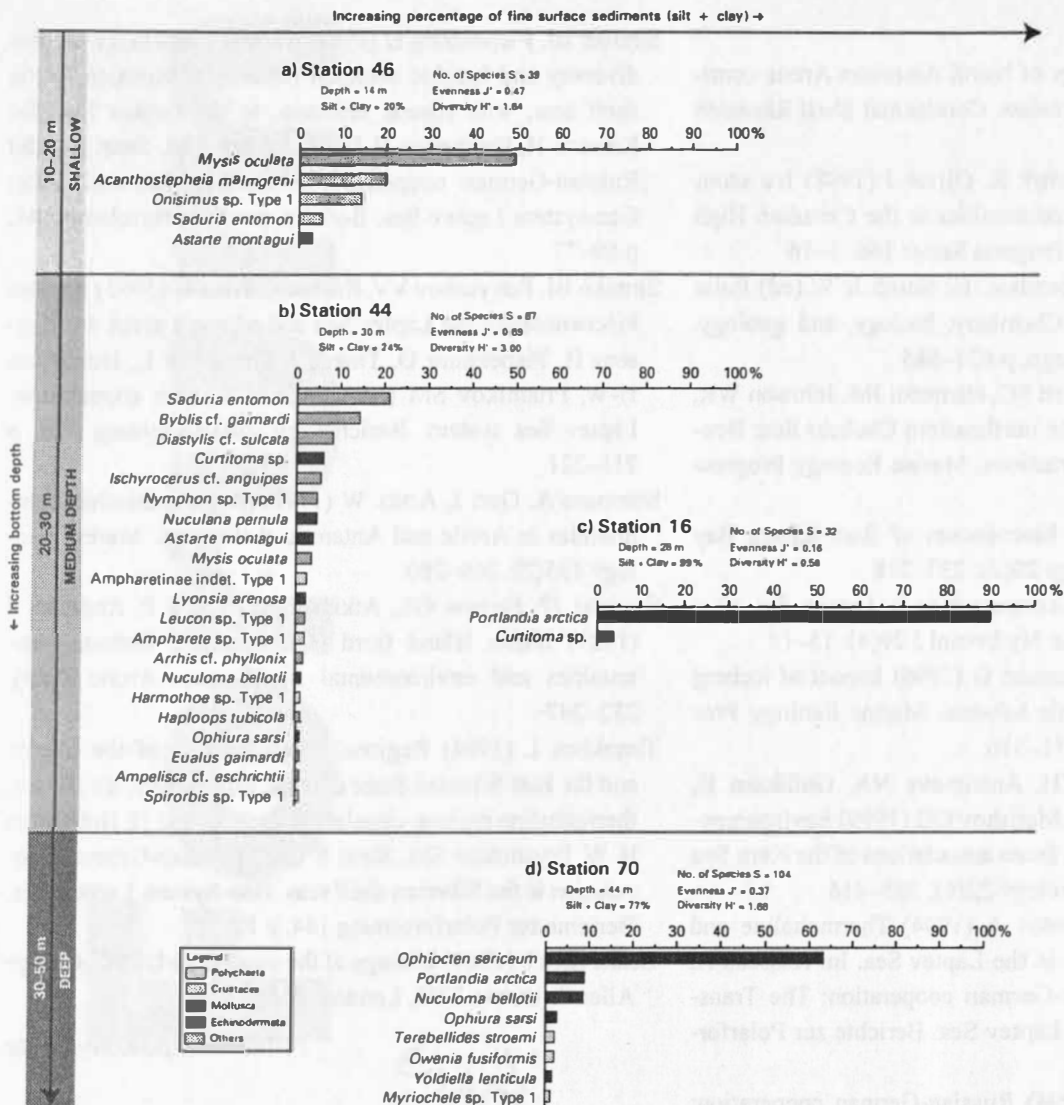


Abb. 5. Relative Abundanzen der häufigsten Arten an ausgewählten Stationen des Untersuchungsgebietes. Es werden jeweils diejenigen abundantesten Arten einer Station nach Rängen sortiert aufgeführt, welche zusammen mindestens 90% der Gesamtabundanz an der Station stellen. Für jede Station sind die Wassertiefe [m], der Feinsedimentanteil („Silt + Clay“) [Gewichts-%] sowie Diversitätsindizes angegeben. Die Stationen sind entlang der vertikalen Achse nach ihrer Zugehörigkeit zu den biotischen Clustern „SHALLOW“, „MEDIUM DEPTH“ und „DEEP“ geordnet. Die Stationen 46 (a) und 44 (b) repräsentieren Lokationen mit niedrigem Feinsedimentanteil, die Stationen 16 (c) und 70 (d) solche mit hohem Feinsedimentanteil.

Die höchste Diversität wurden auf der sandigsten Station der Stationsgruppe „MEDIUM DEPTH“ (Station 44, vgl. Abb. 4b+d) gefunden. Die hohe Diversität dieser Station spiegelt sich auch in der hohen Anzahl an Arten wieder, die nötig sind, um 90 % der Gesamtabundanz auf dieser Station zu erreichen (Abb. 5b). Abbildung 1 lässt vermuten, dass Station 44 im Grenzbereich zwischen fluvial beeinflussten und marin geprägten Wassermassen liegt. Diese unterschiedlichen Wassermassen verursachen wahrscheinlich die Existenz verschiedener zoogeographischer Zonen (Petryashov et al. 1999), wobei die resultierende Vermischung von Arten aus unterschiedlichen Faunenprovinzen sich positiv auf die Diversität dieser Übergangsregionen auswirkt.

Eine weitere Erklärung für die erhöhte Diversität der Station 44 könnte in ihrer exponierten Hanglage (vgl. Abb. 1b) begründet liegen, da sie in einer Tiefe nahe dem von Lindemann (1994) ausgewiesenen Tiefenintervall von 23–28 m liegt, welches ein Maximum an Eisschrammen aufweist und damit höchstwahrscheinlich dem häufigsten Tiefgang des driftenden Eises entspricht. Diese Beobachtung lässt für die Station 44 einen gewissen Grad an Störung durch direkte Eiseinwirkung vermuten. Die vergleichsweise hohe Dominanz der Crustaceen an dieser Station (Abb. 5b) kann ebenfalls als Indiz für eine Störung der Umgebung gedeutet werden. Es ist anzunehmen, dass sich das Vorhandensein von gemäßigten Störungen durch Verringerung der Nischenbreite positiv auf die vorgefundene Diversität auswirkte.

Literatur

- Carey AGJ (1991) Ecology of North American Arctic continental shelf benthos: A review. *Continental Shelf Research* 11(8–10): 865–883
- Conlan K, Lenihan H, Kvitek R, Oliver J (1998) Ice scour disturbance to benthic communities in the Canadian High Arctic. *Marine Ecology Progress Series* 166: 1–16
- Dayton PK (1990) Polar benthos. In: Smith Jr W (ed) *Polar oceanography, Part B: Chemistry, biology, and geology*. Academic Press, San Diego, p 631–685
- Feder HM, Naidu AS, Jewett SC, Hameedi JM, Johnson WR, Whitledge TE (1994) The northeastern Chukchi Sea: Benthos-environmental interactions. *Marine Ecology Progress Series* 111: 171–190
- Gukov A (1989) Bottom biocoenoses of Buor-Khaya Bay (Laptev Sea). *Oceanology* 29(2): 237–238
- Gukov A (1993) Benthic communities in Laptev Sea sites with freshwater influence. *Hydrobiol J* 29(4): 13–17
- Gutt J, Starmans A, Dieckmann G (1996) Impact of iceberg scouring on polar benthic habitats. *Marine Ecology Progress Series* 137(1–3): 311–316
- Jørgensen LL, Pearson TH, Anisimova NA, Gulliksen B, Dahle S, Denisenko SG, Matishov GG (1999) Environmental influences on benthic fauna associations of the Kara Sea (Arctic Russia). *Polar Biology* 22(6): 395–416
- Karpiy V, Lebedev N, Ipatov A (1994) Thermohaline and dynamic water structure in the Laptev Sea. In: Kassens H, Karpiy V (eds) *Russian-German cooperation: The Transdrift I Expedition to the Laptev Sea*. *Berichte zur Polarforschung* 151, p 16–48
- Kassens H, Karpiy V (1994) Russian-German cooperation: The Transdrift I Expedition to the Laptev Sea. *Berichte zur Polarforschung* 151, 168 p
- Lindemann F (1994) Sonographische und sedimentologische Untersuchungen in der Laptevsee, sibirische Arktis. Universität Kiel, Kiel, 75 p
- Nonato EF, Brito TA, De Paiva PC, Petti MA, Corbisier TN (2000) Benthic megafauna of the nearshore zone of Martel Inlet (King George Island, South Shetland Islands, Antarctica): Depth zonation and underwater observations. *Polar Biology* 23: 580–588
- Percy J (1983) Distribution of Arctic marine isopods of the *Mesidotea* (= *Saduria*) complex in relation to depth, temperature, and salinity in the southern Beaufort Sea. *Arctic* 36(4): 341–349
- Petryashov VV, Sirenko BI, Golikov AA, Novozhilov AV, Rachor E, Piepenburg D, Schmid MK (1999) Macrobenthos distribution in the Laptev Sea in relation to hydrology. In: Kassens H, Bauch HA, Dmitrenko IA, Eicken H, Hubberten H-W, Melles M, Thiede J, Timokhov LA (eds) *Land-ocean systems in the Siberian Arctic: Dynamics and history*. Springer, Heidelberg, p 169–180
- Sirenko BI, Piepenburg D (1994) Current knowledge on biodiversity and benthic zonation patterns of eurasian Arctic shelf seas, with special reference to the Laptev Sea. In: Kassens H, Hubberten H-W, Pryamikov SM, Stein R (eds) *Russian-German cooperation in the Siberian shelf seas: Geo-system Laptev-Sea*. *Berichte zur Polarforschung* 144, p 69–77
- Sirenko BI, Petryashov VV, Rachor E, Hinz K (1995) Bottom biocoenoses of the Laptev Sea and adjacent areas. In: Kassens H, Piepenburg D, Thiede J, Timokhov L, Hubberten H-W, Priamikov SM (eds) *Russian-German cooperation: Laptev Sea system*. *Berichte zur Polarforschung* 176, p 211–221
- Starmans A, Gutt J, Armtz W (1999) Mega-epibenthic communities in Arctic and Antarctic shelf areas. *Marine Biology* 135(2): 269–280
- Syvitski JP, Farrow GE, Atkinson R, Moore P, Andrews J (1989) Baffin Island fjord macrobenthos: Bottom communities and environmental significance. *Arctic* 42(3): 232–247
- Timokhov L (1994) Regional characteristics of the Laptev and the East Siberian Seas: climate, topography, ice phases, thermohaline regime, circulation. In: Kassens H, Hubberten H-W, Pryamikov SM, Stein R (eds) *Russian-German cooperation in the Siberian shelf seas: Geo-System Laptev-Sea*. *Berichte zur Polarforschung* 144, p 15–31
- Zenkevitch L (1963) *Biology of the seas of the USSR*. George Allen & Unwin LTD, London, 955 p



msteffens@ipoe.uni-kiel.de